

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-133809

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

H01L 29/786

H01L 21/336

(21)Application number : 10-305884

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 27.10.1998

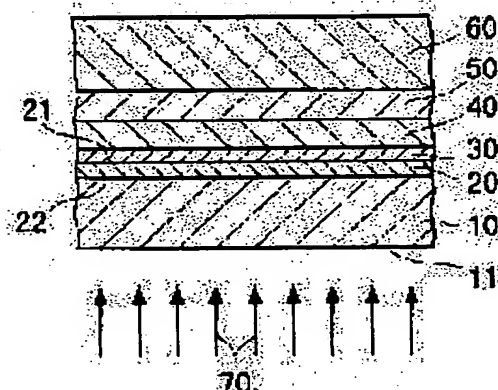
(72)Inventor : UTSUNOMIYA SUMIO

## (54) PEELING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method which can easily and surely peel a layer to be transferred which has a large area, irrespective of its characteristics, conditions, etc.

**SOLUTION:** On a substrate 10, an isolation layer 20 made of, e.g. amorphous silicon is formed, and a layer 40 to be transferred is formed directly or via an intermediate layer 30 thereon. A transfer body 60 is bonded on the layer 40 to be transferred via an adhesive layer 50. The substrate 10 is repeatedly irradiated with an irradiating light having high energy, from the rear side of the substrate 10. Interface roughness is generated in isolation layer interfaces 21 and/or 22, and contact area of the interface is reduced, so that the adhesion of the isolation layer interfaces 21 and/or 22 is reduced and exfoliation is generated in the interfaces. Interface roughness of the isolation layer interfaces 21 and/or 22, i.e., the force necessary for exfoliation can be controlled through the irradiation frequency of the irradiation light 70.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

- [Claim 1] An exfoliation method characterized by being the exfoliation method which exfoliates a transferred layer which exists through a detached core on a substrate from said substrate, irradiating exposure light at said detached core, making exfoliation produce in an interface of this detached core, and making said transferred layer secede from said substrate.
- [Claim 2] Exfoliation of said detached core is the exfoliation method according to claim 1 characterized by irradiating said exposure light twice or more.
- [Claim 3] Exfoliation of said detached core is the exfoliation method according to claim 1 or 2 of using lowering of adhesion force by making an interface of this detached core producing granularity, and a touch area of said transferred layer and said detached core decreasing.
- [Claim 4] Exfoliation of said detached core is the exfoliation method according to claim 1 to 3 of using lowering of adhesion force by making an interface of this detached core producing granularity, and a touch area of said substrate and said detached core decreasing.
- [Claim 5] Said substrate is the exfoliation method according to claim 1 to 4 characterized by having permeability to said exposure light.
- [Claim 6] Said substrate is the exfoliation method according to claim 1 to 5 characterized by presenting reclamation after said exfoliation is completed.
- [Claim 7] Said substrate is the exfoliation method according to claim 1 to 6 characterized by including a protective layer on this front face of a substrate.
- [Claim 8] Exfoliation of said detached core is the exfoliation method according to claim 1 or 7 characterized by being accompanied by destruction of said detached core.
- [Claim 9] Said transferred layer is the exfoliation method according to claim 1 to 8 which is a functional thin film or a thin film device.
- [Claim 10] Said transferred layer is the exfoliation method according to claim 1 to 9 which is a thin film transistor.
- [Claim 11] Said detached core is the exfoliation method according to claim 1 to 10 of having an optical absorption layer which consists of amorphous silicon.
- [Claim 12] Said amorphous silicon is the exfoliation method according to claim 11 characterized by carrying out phase transition to polish recon by the exposure of said exposure light.
- [Claim 13] said amorphous silicon -- hydrogen -- more than 2at% -- an exfoliation method given in either [ which is what is contained ] 11 thru/or 12.
- [Claim 14] Said detached core is the exfoliation method according to claim 1 to 10 of having an optical absorption layer which consists of polish recons.
- [Claim 15] said polish recon -- hydrogen -- more than 2at% -- an exfoliation method according to claim 14 which is what is contained.
- [Claim 16] Said detached core is the exfoliation method according to claim 1 to 15 characterized by preventing said exposure light's reaching said transferred layer, and breakage joining said transferred layer while absorbing said exposure light and producing change in this detached core.
- [Claim 17] Said detached core is the exfoliation method according to claim 1 to 16 characterized by including a protection-from-light layer and/or a reflecting layer which prevent said exposure light reaching to a transferred layer.
- [Claim 18] Said detached core is the exfoliation method according to claim 1 to 17 characterized by control of the interface granularity being possible by count of an exposure of said exposure light.
- [Claim 19] Said exposure light is the exfoliation method according to claim 1 to 18 which is laser light.
- [Claim 20] An exfoliation method according to claim 1 to 19 that wavelength of said exposure light is 100-350nm.
- [http://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran\\_web CGI\\_ejje?u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.jpo.go.jp%2FTokuj...](http://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran_web CGI_ejje?u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.jpo.go.jp%2FTokuj...) 1/12/2004

Claim 21] An exfoliation method according to claim 1 to 20 that wavelength of said exposure light is 350-1200nm.

---

Translation done.]

## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## Detailed Description of the Invention]

[0001]

The technical field to which invention belongs] This invention relates to the imprint method which exfoliates and imprints the exfoliation method of a transferred layer, and the transferred layer which consists of a thin film like a functional thin film especially to various imprint objects.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, in case the liquid crystal display (LCD) using a thin film transistor (TFT) is manufactured, it passes through the process which forms a thin film transistor on a transperance substrate by a chemical-vapor-deposition method (CVD method) etc.

[0003] There are what used amorphous silicon, and a thing using polish recon in this thin film transistor, and the thing using polish recon is further classified into what is formed through an elevated-temperature process, and the thing formed through a low-temperature process. Flat heat resisting glass, quartz glass, etc. tend to break easily, and formation of such a thin film transistor is performed on a substrate with big weight. Moreover, heat resisting glass, quartz glass, etc. have dramatically expensive enlargement a difficult top compared with usual glass. These defects have been failures when manufacturing a large-sized and cheap liquid crystal display.

[0004] In order to cope with such a problem, the exfoliation method which exfoliates the transferred layer which exists through a detached core on a substrate from said substrate is already proposed. Exfoliation of a transferred layer can be performed according to the method indicated by JP,10-125929,A, and JP,10-125930,A and JP,10-125931,A.

[0005] However, since the big force is needed for exfoliation of a transferred layer by the above-mentioned method, although it is suitable for exfoliation of the transferred layer which has a small area, it is difficult to go across the transferred layer which has a big area all over the, and to exfoliate without a defect.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The object of this invention is to offer the method of not doing breakage to a transferred layer and realizing exfoliation by the smaller force, in order to enable the imprint of the transferred layer formed in the large area substrate.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In this invention, a detached core which consists of amorphous silicon etc. is formed on a substrate, and a thin film device which is a transferred layer is formed on it. For example, when forming thin film devices, such as TFT, in the quartz substrate up etc., an interface between a detached core, a transferred layer or a detached core, and a substrate has stuck homogeneity and a pure and mutual layer strongly on both sides of the above-mentioned interface dramatically. This adhesion force is indispensable in order to form a thin film device on a substrate at stability.

[0008] On the other hand, exfoliation of said formed transferred layer becomes possible by reducing said adhesion force selectively in said detached core interface formed beforehand. In this invention, a method of realizing exfoliation of said transferred layer is offered by irradiating exposure light of high energy twice or more to said detached core interface. By carrying out the repeat exposure of said exposure light to said detached core especially, interface granularity is made to produce intentionally to said detached core interface, adhesion force is reduced by reducing extremely joint effective area in this detached core interface, and it is characterized by realizing exfoliation of a transferred layer.

[0009] Since a transferred layer is what demonstrates various functions after imprinting it after exfoliation and to an imprint object, on the occasion of exfoliation, breakage must not join a transferred layer. For this reason, it is necessary to choose appropriately a presentation of a protective layer for protection of the light source of a presentation and thickness of a detached core, and exposure light and an energy density, a transferred layer, and/or a substrate etc.

furthermore, exposure luminous energy density and a count of an exposure are chosen appropriately, and it is characterized by reducing substantially adhesion force in this detached core interface by controlling interface granularity of said detached core interface.

[0010] About a concrete solution method of this invention, it describes in following the (1) - (20).

[0011] (1) An exfoliation method characterized by being the exfoliation method which exfoliates a transferred layer which exists through a detached core on a substrate from said substrate, irradiating exposure light at said detached core, making exfoliation produce in an interface of this detached core, and making said transferred layer secede from said substrate.

[0012] (2) Exfoliation of said detached core is the exfoliation method given in the above (1) characterized by irradiating said exposure light twice or more.

[0013] (3) Exfoliation of said detached core is the exfoliation method the above (1) using lowering of adhesion force by making an interface of this detached core produce granularity, and a touch area of said transferred layer and said detached core decreasing, or given in (2).

[0014] (4) Exfoliation of said detached core is the exfoliation method the above (1) using lowering of adhesion force by making an interface of this detached core produce granularity, and a touch area of said substrate and said detached core decreasing thru/or given in either of (3).

[0015] (5) Said substrate is the exfoliation method the above (1) characterized by having permeability to said exposure light thru/or given in either of (4).

[0016] (6) Said substrate is the exfoliation method the above (1) characterized by presenting reclamation after said exfoliation is completed thru/or given in either of (5).

[0017] (7) Said substrate is the exfoliation method the above (1) characterized by including a protective layer on this front face of a substrate thru/or given in either of (6).

[0018] (8) Exfoliation of said detached core is the exfoliation method the above (1) characterized by being accompanied by destruction of said detached core, or given in (7).

[0019] (9) Said transferred layer is the exfoliation method the above (1) which is a functional thin film or a thin film device thru/or given in either of (8).

[0020] (10) Said transferred layer is the exfoliation method the above (1) which is a thin film transistor thru/or given in either of (9).

[0021] (11) Said detached core is the exfoliation method the above (1) which has an optical absorption layer which consists of amorphous silicon thru/or given in either of (10).

[0022] (12) Said amorphous silicon is the exfoliation method given in the above (11) characterized by carrying out phase transition to polish recon by the exposure of said exposure light.

[0023] (13) said amorphous silicon -- hydrogen -- more than 2at% -- an exfoliation method the above (11) which is what is contained thru/or given in either of (12).

[0024] (14) Said detached core is the exfoliation method the above (1) which has an optical absorption layer which consists of polish recons thru/or given in either of (10).

[0025] (15) said polish recon -- hydrogen -- more than 2at% -- an exfoliation method given in the above (14) which is what is contained.

[0026] (16) Said detached core is the exfoliation method the above (1) characterized by preventing said exposure light's reaching said transferred layer, and breakage joining said transferred layer while absorbing said exposure light and producing change in this detached core thru/or given in either of (15).

[0027] (17) Said detached core is the exfoliation method the above (1) characterized by including a protection-from-light layer and/or a reflecting layer which prevent said exposure light reaching to a transferred layer thru/or given in either of (16).

[0028] (18) Said detached core is the exfoliation method the above (1) characterized by control of the interface granularity being possible by count of an exposure of said exposure light thru/or given in either of (17).

[0029] (19) Said exposure light is the exfoliation method the above (1) which is laser light thru/or given in either of (18).

[0030] (20) The above (1) whose wavelength of said exposure light is 100-350nm thru/or an exfoliation method given in either of (19).

[0031] (21) The above (1) whose wavelength of said exposure light is 350-1200nm thru/or an exfoliation method given in either of (20).

[0032]

[Embodiment of the Invention] Below, the exfoliation method of this invention is explained at details based on the

suitable example shown in an attached drawing.

[0033] [Process 1] As shown in drawing 1, a detached core 20 is formed in one side of a substrate 10.

[0034] When irradiating the exposure light 70 later mentioned from the substrate rear-face 11 side, as for a substrate 10, it is desirable to have the translucency which this exposure light 70 may penetrate. Moreover, a substrate 10 has that desirable by which the strain point is constituted from a material more than  $T_{max}$ , when process temperature which forms a detached core 20, the interlayer 30 who mentions later, and the transferred layer 40 is set to  $T_{max}$ .

[0035] As for a detached core 20, what has a property which produces granularity in the detached core interface 21 which absorbs the exposure light mentioned later and this mentions later is desirable. Furthermore, what has the property which can control the granularity of the detached core interface 21 is more desirable by carrying out the repeat exposure of the exposure light 70.

[0036] Moreover, when the gas contained in a detached core 20 is emitted by the exposure of the exposure light 70 and the emitted gas makes an interface produce an opening, configuration change of the detached core interface 21 may be brought about. In this case, it is possible to control the granularity of the detached core interface 21 after irradiating the exposure light 70 by the count of an exposure of the exposure light 70 and/or the content of a gas element.

[0037] As a presentation of such a detached core 20, amorphous silicon is mentioned, for example.

[0038] Amorphous silicon is momentarily fused by the exposure of the light which has high energies, such as laser, and in case it solidifies again, it changes to polish recon. Since the grain boundary is formed in case amorphous silicon crystallizes, in the detached core interface 21, boom hoisting resulting from the grain boundary arises. Furthermore, within the grain boundary and crystal grain, when the repeat exposure light 70 is irradiated to the crystallized detached core 20, since the gestalten of melting and coagulation differ, the granularity of the detached core interface 21 increases.

[0039] Moreover, hydrogen may contain to this amorphous silicon. In this case, as for the content of hydrogen, it is desirable that it is a more than 2at% degree, and it is more desirable that it is about 2 - 20%. Thus, if specified quantity content of the hydrogen is carried out, hydrogen is emitted by the exposure of exposure light, and the emitted hydrogen will make an interface produce an opening and will form boom hoisting in the detached core interface 21. Furthermore, when the repeat exposure of the exposure light is carried out, the hydrogen to contain is emitted gradually and the granularity of an interface may increase. In this case, if hydrogen is thoroughly emitted by receiving the exposure of the count according to a hydrogen content, change will not be produced even if it carries out the repeat exposure of the exposure light after that.

[0040] Moreover, for example, polish recon can also be mentioned as a presentation of a detached core 20.

[0041] Polish recon is momentarily fused like the above-mentioned amorphous silicon by the exposure of the light which has high energy, and is solidified again. Since the gestalten of melting and coagulation differ within the grain boundary and crystal grain at this time, the granularity of the detached core interface 21 can be made to increase by carrying out the repeat exposure of the exposure light 70.

[0042] The advantage of adopting polish recon as a presentation of a detached core 20 is a point that said  $T_{max}$  can be set as the temperature more than  $T_{th}$ , when amorphous silicon sets to  $T_{th}$  the boundary which carries out phase transition to polish recon. If it puts in another way, the width of face of the process temperature at the time of forming the transferred layer 40 can be expanded.

[0043] For example, when forming a thin film transistor as a transferred layer 40, it becomes possible to apply not only a low-temperature process but an elevated-temperature process as the formation method.

[0044] Although the thickness of a detached core 20 changes with terms and conditions, such as a presentation of this detached core 20, lamination, and the formation method, it is desirable to have sufficient thickness to absorb the exposure light 70. If the thickness of a detached core 20 is too small, the exposure light 70 penetrated without being absorbed by the detached core 20 reaches the transferred layer 40, and may do breakage to the transferred layer 40. Moreover, if the thickness of a detached core 20 is too large, even if the energy of the exposure light 70 does not get across even to the detached core interface 21 but irradiates exposure light, it may not result in change to an interface at all.

[0045] For example, a detached core 20 is said amorphous silicon, when exposure light is a XeCl excimer laser (wavelength of 308nm), as for the thickness of a detached core 20, it is desirable that it is 25nm or more, and it is more desirable that it is 50-200nm.

[0046] The exposure light 70 penetrates this detached core, and a detached core 20 reaches the transferred layer 40, is the object which prevents affecting this transferred layer, and may contain the protection-from-light layer and/or the reflecting layer.

[0047] [Process 2] As shown in drawing 2, the transferred layer 40 is formed through an interlayer 30 (substrate layer)

in a detached core 20.

0048] What is in the protective layer which protects physically or chemically the transferred layer 40 which this interlayer 30 is formed for the purpose of [ various ] formation, for example, is later mentioned at the time of manufacture or an activity, a conductive layer, the protection-from-light layer of the exposure light 70 or a reflecting layer, and the transferred layer 40, or demonstrates at least one of the functions as a barrier layer which prevents shift of the component from the transferred layer 40 is mentioned.

0049] In the case of the interlayer 30 who this interlayer's 30 presentation is suitably set up according to that formation object, for example, is formed between the amorphous silicon as a detached core 20, and the thin film transistor as a transferred layer 40, silicon oxide (SiO<sub>2</sub>) is mentioned.

0050] Moreover, the process which forms an interlayer 30 may be skipped and the direct transferred layer 40 may be formed on a detached core 20.

0051] [Process 3] As shown in drawing 3, a glue line 50 is formed on the transferred layer 40, and the imprint object 60 is pasted up through this glue line 50.

0052] As a suitable example of the adhesives which constitute a glue line 50, various hardening mold adhesives, such as photo-curing mold adhesives, such as reaction hardening mold adhesives, heat-curing mold adhesives, and ultraviolet curing mold adhesives, and aversion hardening mold adhesives, are mentioned. As a presentation of adhesives, what kind of thing is sufficient as an epoxy system, an acrylate system, a silicone system, etc., for example. Formation of such a glue line 50 is made by for example, the applying method, a spin coat method, etc.

0053] When using said hardening mold adhesives, hardening mold adhesives are applied on the imprint layer 40, after pasting up the imprint object 60 later mentioned on it, said hardening mold adhesives are stiffened by the hardening method according to the property of hardening mold adhesives, and the transferred layer 40 and the imprint object 60 are pasted up. In addition, unlike the above-mentioned sequence, a glue line 50 may be applied on the imprint object 60, and the transferred layer 40 may be pasted up on it.

0054] Especially as an imprint object 60, it may not be limited but a metal, the ceramics, glass, plastics, etc. may be the things of what kind of presentation. Moreover, what especially the configuration of the imprint object 60 is not limited, either, but has a flat surface, the thing which has a curved surface, the thing which has \*\*\*\*\*, a film, etc. may be what kind of configurations.

0055] [Process 4] The exposure light 70 is irradiated at a detached core 20. The example which irradiated the exposure light 70 from the substrate rear-face 11 side of a substrate 10 is shown in drawing 4. After the exposure light 70 penetrates a substrate 10, it is irradiated by the detached core 20. If the exposure light 70 is irradiated by the detached core 20, a detached core 20 will produce change of separation of melting, crystallization, recrystallization, degassing, and a dross-inclusion element etc. Thereby, as shown in drawing 5, said interface granularity arises in the detached core interface 21. Moreover, the interface granularity of the detached core interface 21 can be made to increase by carrying out the repeat exposure of the exposure light 70.

0056] The exposure light 70 may be irradiated from the transferred layer 40 side according to a presentation and property of the transferred layer 40. In this case, even if the transferred layer 40 does not receive change at all by the exposure of the exposure light 70 or it changes, it is desirable not to lose the property required of the transferred layer 40 after exfoliation or an imprint.

0057] As the light source of the exposure light 70, laser light is used suitably. The classes of laser light may be what kinds, such as semiconductor laser which used gas laser, such as solid state laser, such as ruby laser, an YAG laser, and glass laser, helium-Ne laser, a CO<sub>2</sub> laser, and an excimer laser, ZnS, GaAs, GaP, GaAlAs, etc. as a source of luminescence, of things. Since it is easy to acquire uniform energy-density distribution by high power, especially an excimer laser, an YAG laser, and a CO<sub>2</sub> laser are used preferably.

0058] Moreover, the gestalt of laser oscillation is not cared about [ which gestalt of continuous oscillation and a pulse oscillation, or ], but any configurations, such as a spot exposure and a line exposure, are further available for it also about the shape of beam.

0059] According to a presentation and property of a substrate 10, a detached core 20, and the transferred layer 40, the light emitted from a halogen lamp etc. as the light source of the exposure light 70, infrared radiation, ultraviolet rays, microwave, etc. can also be used.

0060] When the protection-from-light layer and/or reflecting layer which have suitable sufficient thickness for a detached core 20 to absorb most exposure most [ all or ] 70 as mentioned above, or are contained in a detached core 20 prevent transparency of the exposure light 70, while granularity arises in the detached core interface 21, change does not take place to an interlayer 30 and the transferred layer 40 at all. At this time, as shown in drawing 5, the touch area of the detached core interface 21 of a detached core 20 and an interlayer 30 decreases greatly, the adhesion force in this



detached core interface 21 declines substantially, and the exfoliation of a transferred layer of it is attained in this interface. Moreover, the transferred layer 40 can be easily exfoliated by the small force, so that the granularity of the detached core interface 21 is large.

[0061] Although drawing 5 describes the case where exfoliation arises in the detached core interface 21 between an interlayer 30 and a detached core 20, as shown in drawing 6, in the detached core interface 22 between a substrate 10 and a detached core 20, the same configuration change as the above may arise. In this case, it is possible to use how etching etc. removes the detached core 20 adhering to the transferred layer 40. By this method, the process which imprints only the transferred layer 40 and an interlayer 30 on the imprint object 60 is completed.

[0062] Moreover, when the adhesion force of the detached core interface 21 and the detached core interface 22 is equivalent, the exfoliating interface is limited to neither the detached core interface 21 nor the detached core interface 22. In such a case, in an interface with the more small adhesion force, exfoliation arises among the detached core interface 21 and the detached core interface 22. For example, as shown in drawing 7, when a detached core breaks, exfoliation is produced in the interface of the arbitration of the detached core interface 21 and the detached core interface 22. In this case, the process which imprints only the transferred layer 40 on the imprint object 60 is completed by removing the detached core adhering to the transferred layer 40 by said etching etc.

[0063] In addition, after unlike the sequence of a graphic display irradiating the exposure light 70 at a detached core 20 and reducing the adhesion force of the detached core interfaces 21 or 22, the imprint object 60 may be pasted up through a glue line 50, the transferred layer 40 may lengthen after that, and \*\* may perform \*\*.

[0064] Reclamation can be presented with it after the substrate 10 after exfoliating takes suitable measures, such as clearance of the detached core 20 which remains on the front face of this substrate 10. Under the present circumstances, the layer from which this substrate 10 and a presentation differ may be beforehand formed in the front face of a substrate 10 of the object of protecting the front face of the substrate 10 after reclamation was presented.

[0065] Next, the concrete example of this invention is explained.

[0066] (Example 1) The amorphous silicon (a-Si) film was formed in one side of this quartz substrate as a detached core using the quartz substrate (1630 degrees C of softening temperatures, 1070 degrees C of strain points, about 100% of permeability of excimer laser) with a diameter [ of 100mm ], and a thickness of 1.1mm with the reduced pressure CVD method (Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> gas, substrate temperature of 425 degrees C). The thickness of a detached core could be 100nm.

[0067] Next, SiO<sub>2</sub> film was formed as an interlayer on the detached core with the ECR-CVD method (SiH<sub>4</sub>+O<sub>2</sub> gas, substrate temperature of 100 degrees C). An interlayer's thickness could be 200nm.

[0068] Next, the amorphous silicon film of 50nm of thickness was formed as a transferred layer on the interlayer with the reduced pressure CVD method (Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub> gas, substrate temperature of 425 degrees C), XeCl excimer laser light (wavelength of 308nm) was irradiated from the amorphous silicon film forming face side of said quartz substrate at this amorphous silicon film, the amorphous silicon film was crystallized, and it considered as the polish recon film. Then, to this polish recon film, predetermined patterning was performed and the field used as the source drain channel of a thin film transistor was formed. Then, after forming the SiO<sub>2</sub> gate insulator layer of 120nm of thickness with an ECR-CVD method (SiH<sub>4</sub>+O<sub>2</sub> gas, substrate temperature of 100 degrees C), the thickness gate electrode (Ta, 750nm of thickness) was formed on the gate insulator layer by the RF-sputtering method. Then, after performing predetermined patterning to a gate electrode, by carrying out an ion implantation, using this gate electrode as a mask, the source drain field was formed in the self-align target (self aryne), and the thin film transistor was formed. Then, the electrode connected to a source drain field and wiring, and the wiring connected to a gate electrode were formed if needed. aluminum was used for these electrodes and wiring material.

[0069] Next, ultraviolet curing mold resin was applied on said thin film transistor (about 100nm of thickness), ultraviolet rays were irradiated, and resin was stiffened. When a detached core was made to produce exfoliation behind, it performed that the thin film transistor itself was destroyed by the stress which is inherent in a thin film transistor in order to protect, but this processing is not necessarily required, when the adhesion force of a detached core is controlled appropriately.

[0070] Next, XeCl excimer laser (wavelength of 308nm) was irradiated from said quartz substrate side, and the detached core was made to produce interfacial peeling. The irradiated energy density of XeCl excimer laser was set into 280 mJ/cm<sup>-2</sup>, and irradiation time was set to 20ns. In addition, the exposure of excimer laser was considered as the spot exposure of 7mmx7mm.

[0071] Laser radiation was performed on said laser radiation conditions to said quartz substrate which formed the thin film transistor through the detached core. The count of an exposure was made into 0 times, 1 time, and 10 times at this time.

[0072] Then, ultraviolet curing mold resin of the same kind is applied in piles, after pasting up the glass substrate used



as an imprint object on the field which applied the ultraviolet curing mold resin of said quartz substrate, ultraviolet rays were irradiated and it was made to harden them. Then, as shown in drawing 7, said quartz substrate and glass substrate (imprint object) were torn off in the interface of a detached core and said middle class ( $\text{SiO}_2$ ), and the thin film transistor and the middle class who were formed on the quartz substrate were imprinted to the glass substrate side. [0073] The result of having observed the detached core interface 21 after exfoliating to drawing 9 - drawing 11 with the atomic force microscope (AFM) is shown:

[0074] As shown in drawing 9, when laser radiation is not performed, the front face of a detached core is dramatically gently-sloping, and the average of roughness height of an interface is as small as about 0.3nm. This numeric value is equivalent to the average of roughness height of the front face of the interlayer who is a transferred layer.

[0075] As shown in drawing 10, when laser radiation is performed once, irregularity arises in the inside front face of a detached core, and the average of roughness height of an interface increases with about 0.7nm.

[0076] As shown in drawing 11, when laser radiation is performed 10 times, the irregularity of about 0.7nm of averages of roughness height arises on the surface of a detached core like the field which performed said laser radiation once. In addition, the density of the projection which has a height of about 3nm or more increases.

[0077] On the other hand, after performing laser radiation 10 times, said quartz substrate and said glass substrate are torn off, and the result of having observed the interlayer interface 31 shown in drawing 8 by AFM is shown in drawing 12. In drawing, after repeating laser radiation and performing it, the interlayer interface 31 is presenting the flat configuration, and it is shown that change does not produce laser radiation at all in an interlayer 30 and the transferred layer 40 as a repeat line.

[0078] Said force required for facing tearing off and tearing off was the smallest in the field which performed laser radiation 10 times, and the big force for tearing off in order of the field which performed laser radiation once, and the field which did not perform laser radiation was required. It can exfoliate easily by reducing the stratum disjunctum interface 21 and an interlayer's 30 adhesion force, so that the granularity of the stratum disjunctum interface 21 is large, if it puts in another way.

[0079] (Example 2) The thin film transistor was imprinted like the example 1 except having made the energy density of a XeCl excimer laser into 1100 mJ-cm<sup>-2</sup>, using a heat-resisting glass substrate as a substrate.

[0080] (Example 3) As an exposure light 70, the thin film transistor was imprinted like the example 1 except having used the YAG laser.

[0081] (Example 4) As an exposure light 70, the thin film transistor was imprinted like the example 1 except having used the CO<sub>2</sub> laser.

[0082] The granularity of the stratum disjunctum interface 21 can be made to increase by irradiating exposure light 70 by making the stratum disjunctum interface 21 produce interface granularity, repeating said exposure and performing it further, as stated above. In addition, when amorphous silicon is used as a detached core 20, using a XeCl excimer laser as an exposure light 70, even if it sets the count of an exposure as 10 times or more, a change almost equivalent to the case where the count of an exposure is 10 times appears. If it puts in another way, the count of an exposure has 5 desirable times or more, and five - its 10 times are more desirable. On the other hand, an interlayer's 30 front face does not change with the existence of laser radiation, or counts. This is exactly because the irradiated laser light is completely almost absorbed by the detached core. When [ said ] the exposure light 70 is a XeCl excimer laser and a detached core is amorphous silicon, in order to completely almost absorb exposure light and not to do breakage to the transferred layer 40 similarly, the thickness of the detached core formed with amorphous silicon has desirable 25nm or more, and its 50-200nm is more desirable.

[0083] As mentioned above, when the exposure light 70 is absorbed thoroughly, breakage is not done to the transferred layer 40 and a detached core 20 makes the interface of a detached core 20 produce boom hoisting intentionally, exfoliation of a transferred layer becomes possible easily and certainly by decreasing substantially the touch area between a detached core and a transferred layer, and reducing the adhesion force of an interface.

[0084]

[Effect of the Invention] As stated above, according to the exfoliation method of this invention, it can exfoliate easily and certainly irrespective of the property of a transferred layer, and conditions.

[0085] By controlling the granularity of a detached core interface especially, the force required for tearing off can be reduced substantially and application in the transferred layer which has a large area becomes easy. Moreover, poor exfoliation can be reduced substantially and the yield of a transferred layer can be raised.

[Translation done.]

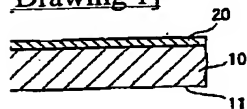
## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

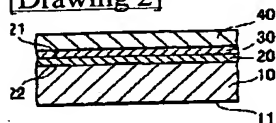
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

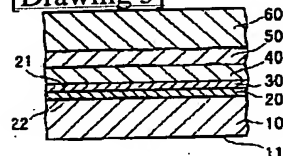
[Drawing 1]



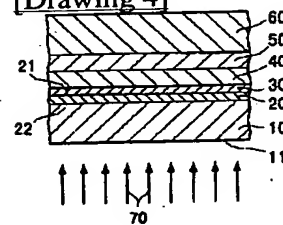
[Drawing 2]



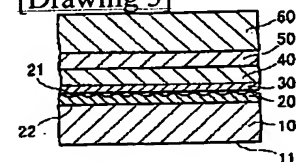
[Drawing 3]



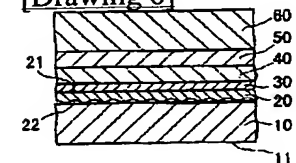
[Drawing 4]



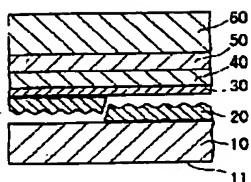
[Drawing 5]



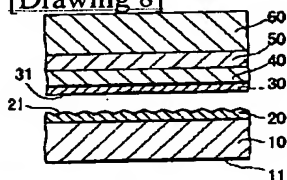
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



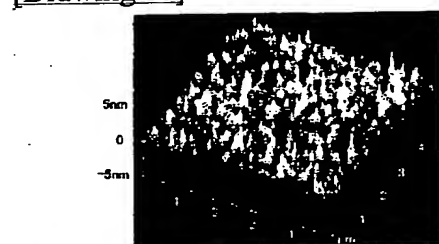
[Drawing 9]



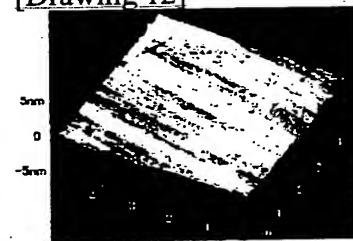
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-133809  
(P2000-133809A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 29/786		H 0 1 L 29/78	6 2 7 Z 5 F 1 1 0
21/336			6 2 7 D

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-305884

(22) 出願日 平成10年10月27日 (1998.10.27)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 宇都宮 純夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム(参考) 5F110 DD03 EE04 EE44 FF02 FF31

FF32 GG02 GG13 GG15 GG25

GG47 HJ13 HK03 PP03 PP04

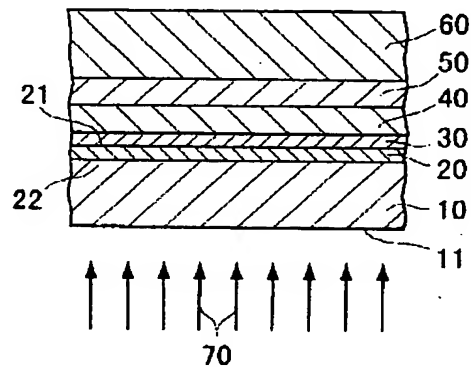
PP08 QQ11 QQ17 QQ30

(54) 【発明の名称】 剥離方法

(57) 【要約】

【課題】 大きな面積を有する被転写層を、その特性、条件等に拘らず、容易かつ確実に剥離することができる方法を提供すること。

【解決手段】 基板10上に例えば非晶質シリコンからなる分離層20を形成し、分離層20の上に直接または中間層30を介して被転写層40を形成する。被転写層40上に接着層50を介して転写体60を接合し、基板10の裏面11側から高エネルギーを有する照射光70を繰り返し照射する。このとき、分離層界面21および/または22に界面粗さが生じ、界面の接触面積が低下するために分離層界面21および/または22の密着力が低下し、この界面において剥離が生じる。なお、分離層界面21および/または22の界面粗さ、すなわち剥離に要する力は、照射光70の照射回数により制御することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板上に分離層を介して存在する被転写層を前記基板から剥離する剥離方法であって、前記分離層に照射光を照射して、該分離層の界面において剥離を生ぜしめ、前記被転写層を前記基板から離脱させることを特徴とする剥離方法。

【請求項 2】前記分離層の剥離は、前記照射光の照射を 2 回以上行うことを特徴とする請求項 1 に記載の剥離方法。

【請求項 3】前記分離層の剥離は、該分離層の界面に粗さを生ぜしめ、前記被転写層と前記分離層の接触面積が減少することによる密着力の低下を利用する請求項 1 または 2 に記載の剥離方法。

【請求項 4】前記分離層の剥離は、該分離層の界面に粗さを生ぜしめ、前記基板と前記分離層の接触面積が減少することによる密着力の低下を利用する請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 5】前記基板は、前記照射光に対して透過性を有することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 6】前記基板は、前記剥離が終了した後に再利用に供されることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 7】前記基板は、該基板表面の保護層を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 8】前記分離層の剥離は、前記分離層の破壊を伴うことを特徴とする請求項 1 または 7 に記載の剥離方法。

【請求項 9】前記被転写層は、機能性薄膜または薄膜デバイスである請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 10】前記被転写層は、薄膜トランジスタである請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 11】前記分離層は、非晶質シリコンで構成される光吸収層を有する請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 12】前記非晶質シリコンは、前記照射光の照射によりポリシリコンに相転移することを特徴とする請求項 11 に記載の剥離方法。

【請求項 13】前記非晶質シリコンは、水素を 2at% 以上含有するものである請求項 11 ないし 12 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 14】前記分離層は、ポリシリコンで構成される光吸収層を有する請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 15】前記ポリシリコンは、水素を 2at% 以上含有するものである請求項 14 に記載の剥離方法。

【請求項 16】前記分離層は、前記照射光を吸収して該分離層に変化を生じるとともに、前記照射光が前記被転

写層に到達して前記被転写層に損傷が加わることを防ぐことを特徴とする請求項 1 ないし 15 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 17】前記分離層は、前記照射光が被転写層へ到達することを防ぐ遮光層および／または反射層を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 16 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 18】前記分離層は、前記照射光の照射回数により、その界面粗さの制御が可能であることを特徴とする請求項 1 ないし 17 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 19】前記照射光は、レーザー光である請求項 1 ないし 18 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 20】前記照射光の波長が、100～350nm である請求項 1 ないし 19 のいずれかに記載の剥離方法。

【請求項 21】前記照射光の波長が、350～1200nm である請求項 1 ないし 20 のいずれかに記載の剥離方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被転写層の剥離方法、特に、機能性薄膜のような薄膜より成る被転写層を剥離し、種々の転写体へ転写する転写方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば薄膜トランジスタ (TFT) を用いた液晶ディスプレイ (LCD) を製造する際、化学気相成長法 (CVD 法) 等により透明基板上に薄膜トランジスタを形成する工程を経る。

【0003】この薄膜トランジスタには、非晶質シリコンを用いたものと、ポリシリコンを用いたものがあり、さらに、ポリシリコンを用いたものは、高温プロセスを経て形成されるものと、低温プロセスを経て形成されるものとに分類される。このような薄膜トランジスタの形成は、平坦な耐熱性ガラスや石英ガラスなど、脆く割れ易く、重量の大きな基板上に行われる。また、耐熱性ガラスや石英ガラスなどは、大型化が困難な上、通常のガラスに比べて非常に高価である。これらの欠点は、大型で安価な液晶ディスプレイを製造する上での障害となっている。

【0004】このような問題に対処するため、基板上に分離層を介して存在する被転写層を前記基板から剥離する剥離方法が既に提案されている。被転写層の剥離は、例えば、特開平 10-125929 号公報や、特開平 10-125930 号公報、特開平 10-125931 号公報に記載された方法に従って行うことができる。

【0005】しかしながら、上記方法では、被転写層の剥離に大きな力を必要とするため、小さな面積を有する被転写層の剥離には好適であるものの、大きな面積を有する被転写層をその全面に渡って不良なく剥離するのは困難である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、大面積基板に形成された被転写層の転写を可能にするために、被転写層に損傷を与えず、且つより小さな力で剥離を実現する方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、基板上に非晶質シリコン等で構成される分離層を形成し、その上に被転写層である薄膜デバイス等を形成する。例えば石英基板上等にTFT等の薄膜デバイスを形成する場合、分離層と被転写層、または分離層と基板との間の界面は非常に均一かつ清浄であり、互いの層は上記界面を挟んで強く密着している。この密着力は、薄膜デバイスを基板上に安定に形成するために必要不可欠である。

【0008】一方で、形成された前記被転写層の剥離は、予め形成された前記分離層界面において、選択的に前記密着力を低減させることにより可能となる。本発明では、前記分離層界面に対して高エネルギーの照射光を2回以上照射することにより前記被転写層の剥離を実現する方法を提供する。特に、前記分離層に対して前記照射光を繰り返し照射することにより、前記分離層界面に対して故意に界面粗さを生ぜしめ、該分離層界面における結合有効面積を極端に低下させることにより密着力を低下させ、被転写層の剥離を実現することを特徴とする。

【0009】被転写層は、剥離後および転写体へ転写した後に種々の機能を発揮するものであるため、剥離に際しては被転写層に損傷が加わってはならない。このため、分離層の組成および厚さ、照射光の光源およびエネルギー密度、被転写層および／または基板の保護のための保護層の組成等を適切に選択する必要がある。更に、照射光のエネルギー密度および照射回数を適切に選択し、前記分離層界面の界面粗さを制御することにより該分離層界面における密着力を大幅に低減することを特徴とする。

【0010】本発明の具体的な解決方法について、下記(1)～(20)に記す。

【0011】(1) 基板上に分離層を介して存在する被転写層を前記基板から剥離する剥離方法であって、前記分離層に照射光を照射して、該分離層の界面において剥離を生ぜしめ、前記被転写層を前記基板から離脱させることを特徴とする剥離方法。

【0012】(2) 前記分離層の剥離は、前記照射光の照射を2回以上行うことを特徴とする上記(1)に記載の剥離方法。

【0013】(3) 前記分離層の剥離は、該分離層の界面に粗さを生ぜしめ、前記被転写層と前記分離層の接触面積が減少することによる密着力の低下を利用する上記(1)または(2)に記載の剥離方法。

【0014】(4) 前記分離層の剥離は、該分離層の界面に粗さを生ぜしめ、前記基板と前記分離層の接触面積

が減少することによる密着力の低下を利用する上記

(1) ないし(3)のいずれかに記載の剥離方法。

【0015】(5) 前記基板は、前記照射光に対して透過性を有することを特徴とする上記(1) ないし(4)のいずれかに記載の剥離方法。

【0016】(6) 前記基板は、前記剥離が終了した後、に再利用に供されることを特徴とする上記(1) ないし(5)のいずれかに記載の剥離方法。

【0017】(7) 前記基板は、該基板表面の保護層を含むことを特徴とする上記(1) ないし(6)のいずれかに記載の剥離方法。

【0018】(8) 前記分離層の剥離は、前記分離層の破壊を伴うことを特徴とする上記(1) または(7)に記載の剥離方法。

【0019】(9) 前記被転写層は、機能性薄膜または薄膜デバイスである上記(1) ないし(8)のいずれかに記載の剥離方法。

【0020】(10) 前記被転写層は、薄膜トランジスタである上記(1) ないし(9)のいずれかに記載の剥離方法。

【0021】(11) 前記分離層は、非晶質シリコンで構成される光吸収層を有する上記(1) ないし(10)のいずれかに記載の剥離方法。

【0022】(12) 前記非晶質シリコンは、前記照射光の照射によりポリシリコンに相転移することを特徴とする上記(11)に記載の剥離方法。

【0023】(13) 前記非晶質シリコンは、水素を2at%以上含有するものである上記(11) ないし(12)のいずれかに記載の剥離方法。

【0024】(14) 前記分離層は、ポリシリコンで構成される光吸収層を有する上記(1) ないし(10)のいずれかに記載の剥離方法。

【0025】(15) 前記ポリシリコンは、水素を2at%以上含有するものである上記(14)に記載の剥離方法。

【0026】(16) 前記分離層は、前記照射光を吸収して該分離層に変化を生じるとともに、前記照射光が前記被転写層に到達して前記被転写層に損傷が加わることを防ぐことを特徴とする上記(1) ないし(15)のいずれかに記載の剥離方法。

【0027】(17) 前記分離層は、前記照射光が被転写層へ到達することを防ぐ遮光層および／または反射層を含むことを特徴とする上記(1) ないし(16)のいずれかに記載の剥離方法。

【0028】(18) 前記分離層は、前記照射光の照射回数により、その界面粗さの制御が可能であることを特徴とする上記(1) ないし(17)のいずれかに記載の剥離方法。

【0029】(19) 前記照射光は、レーザー光である上記(1) ないし(18)のいずれかに記載の剥離方法。

【0030】(20) 前記照射光の波長が、100～350nmで

ある上記 (1) ないし (19) のいずれかに記載の剥離方法。

【0031】 (21) 前記照射光の波長が、350～1200nmである上記 (1) ないし (20) のいずれかに記載の剥離方法。

【0032】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の剥離方法を添付図に示す好適実施例に基いて詳細に説明する。

【0033】 (工程1) 図1に示すように、基板10の片面に、分離層20を形成する。

【0034】 基板10は、例えば基板裏面11側から後述する照射光70を照射する場合、該照射光70が透過し得る透光性を有することが望ましい。また、基板10は、分離層20、後述する中間層30および被転写層40を形成するプロセス温度を $T_{max}$ としたとき、歪点が $T_{max}$ 以上の材料で構成されているものが好ましい。

【0035】 分離層20は、後述する照射光を吸収し、それにより後述する分離層界面21に粗さを生じるような性質を有するものが好ましい。更に、照射光70を繰り返し照射することにより、分離層界面21の粗さを制御できるような性質を有するものがより好ましい。

【0036】 また、照射光70の照射により、分離層20に含有される気体が放出され、放出された気体が界面に空隙を生ぜしめることにより分離層界面21の形状変化をもたらす場合もある。この場合、照射光70の照射回数および/または気体元素の含有量により、照射光70を照射した後の分離層界面21の粗さを制御することが可能である。

【0037】 このような分離層20の組成としては、例えば非晶質シリコンが挙げられる。

【0038】 非晶質シリコンは、レーザー等の高エネルギーを有する光の照射により瞬間的に熔融し、再び凝固する際にポリシリコンに変化する。非晶質シリコンが結晶化する際、結晶粒界が形成されるため、分離層界面21には結晶粒界に起因する起伏が生じる。更に、結晶化した分離層20に対して繰り返し照射光70を照射した場合、結晶粒界と結晶粒内では熔融・凝固の形態が異なるため、分離層界面21の粗さが増大する。

【0039】 また、この非晶質シリコンには、水素が含有されていてもよい。この場合、水素の含有量は2at%以上程度であるのが好ましく、2～20%程度であるのがより好ましい。このように、水素が所定量含有されていると、照射光の照射により水素が放出され、放出された水素が界面に空隙を生ぜしめ、分離層界面21に起伏を形成する。更に、照射光を繰り返し照射した場合、含有される水素が徐々に放出され、界面の粗さが増大する場合がある。この場合、水素含有量に応じた回数の照射を受けることで、水素が完全に放出されると、その後は照射光を繰り返し照射しても変化は生じない。

【0040】 また、分離層20の組成として、例えばポリ

シリコンを挙げることもできる。

【0041】 ポリシリコンは、上記非晶質シリコンと同様に、高エネルギーを有する光の照射により瞬間的に熔融し、再び凝固する。このとき、結晶粒界と結晶粒内では熔融・凝固の形態が異なるため、照射光70を繰り返し照射することにより分離層界面21の粗さを増大せしめることができる。

【0042】 分離層20の組成としてポリシリコンを採用することの利点は、非晶質シリコンがポリシリコンに相転移する境界温度を $T_{th}$ としたとき、前記 $T_{max}$ を $T_{th}$ 以上の温度に設定することができる点である。換言すれば、被転写層40を形成する際のプロセス温度の幅を広げることができる。

【0043】 例えば、被転写層40として薄膜トランジスタを形成する場合、形成方法として低温プロセスのみならず、高温プロセスを適用することが可能となる。

【0044】 分離層20の厚さは、該分離層20の組成、層構成、形成方法等の諸条件により異なるが、照射光70を吸収するのに十分な厚さを有することが望ましい。分離層20の膜厚が小さすぎると、分離層20で吸収されずに透過した照射光70が被転写層40に達し、被転写層40に損傷を与える場合がある。また、分離層20の膜厚が大きすぎると、照射光70のエネルギーが分離層界面21にまで伝わらず、照射光を照射しても界面には何ら変化をもたらさない場合がある。

【0045】 例えば、分離層20が前記非晶質シリコンであり、照射光がXeClエキシマレーザー (波長308nm) である場合、分離層20の厚さは25nm以上であることが好ましく、50～200nmであることがより好ましい。

【0046】 分離層20は、照射光70が該分離層を透過して被転写層40に到達し、該被転写層に影響を及ぼすことを防ぐ目的で、遮光層および/または反射層を含んでも良い。

【0047】 (工程2) 図2に示すように、分離層20の上に中間層30 (下地層) を介して、被転写層40を形成する。

【0048】 この中間層30は、種々の形成目的で形成され、例えば、製造時または使用時において後述する被転写層40を物理的または化学的に保護する保護層、導電層、照射光70の遮光層または反射層、被転写層40へのまたは被転写層40からの成分の移行を阻止するバリア層としての機能の内、少なくとも1つを発揮するものが挙げられる。

【0049】 この中間層30の組成は、その形成目的に応じて適宜設定され、例えば、分離層20としての非晶質シリコンと被転写層40としての薄膜トランジスタとの間に形成される中間層30の場合には、酸化ケイ素 ( $SiO_2$ ) が挙げられる。

【0050】 また、中間層30を形成する工程を省き、分離層20の上に直接被転写層40を形成しても構わない。



【0051】〔工程3〕図3に示すように、被転写層40の上に接着層50を形成し、該接着層50を介して転写体60を接着する。

【0052】接着層50を構成する接着剤の好適な例としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気硬化型接着剤等の各種硬化型接着剤が挙げられる。接着剤の組成としては、例えば、エポキシ系、アクリレート系、シリコン系等、いかなるものでもよい。このような接着層50の形成は、例えば、塗布法、スピンコート法等によりなされる。

【0053】前記硬化型接着剤を用いる場合、例えば転写層40上に硬化型接着剤を塗布し、その上に後述する転写体60を接着した後、硬化型接着剤の特性に応じた硬化方法により前記硬化型接着剤を硬化させて、被転写層40と転写体60を接着する。なお、上記順序とは異なり、接着層50を転写体60の上に塗布し、その上に被転写層40を接着しても構わない。

【0054】転写体60としては、特に限定されず、金属、セラミックス、ガラス、プラスチック等、いかなる組成のものであっても構わない。また、転写体60の形状も特に限定されず、平面を有するもの、曲面を有するもの、可曲性を有するもの、フィルム等、いかなる形状であって構わない。

【0055】〔工程4〕照射光70を分離層20に照射する。図4には、基板10の基板裏面11側から照射光70を照射した例について示す。照射光70は、基板10を透過した後、分離層20に照射される。照射光70が分離層20に照射されると、分離層20は溶融、結晶化、再結晶化、気体放出、含有不純物元素の分離等の変化を生じる。これにより、図5に示すように、分離層界面21に前記界面粗さが生じる。また、照射光70を繰り返し照射することにより、分離層界面21の界面粗さを増大せしめることができる。

【0056】照射光70は、被転写層40の組成および特性に応じて、被転写層40側から照射しても構わない。この場合、被転写層40が照射光70の照射により何ら変化を受けないか、あるいは変化しても剥離後あるいは転写後において被転写層40に要求される特性を失わないことが望ましい。

【0057】照射光70の光源としては、レーザー光が好適に用いられる。レーザー光の種類は、ルビーレーザー、YAGレーザー、ガラスレーザー等の固体レーザー、He-Neレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー、エキシマレーザー等の気体レーザー、ZnS、GaAs、GaP、GaAlAs等を発光源として用いた半導体レーザー等、いかなる種類のものであっても構わない。特にエキシマレーザー、YAGレーザー、CO<sub>2</sub>レーザーは、高出力で均一なエネルギー密度分布を得易いために好ましく用いられる。

【0058】またレーザー発振の形態は、連続発振、パ

ルス発振のいずれの形態でも構わず、更にビーム形状に関しても、スポット照射、ライン照射等いかなる形状でも構わない。

【0059】基板10、分離層20、被転写層40の組成および特性に応じて、照射光70の光源としてハロゲンランプ等から発せられる可視光、赤外線、紫外線、マイクロ波等を用いることもできる。

【0060】上記のように分離層20が照射光70の全てあるいはほとんどを吸収するのに十分な適当な厚さを有するか、または分離層20に含まれる遮光層および／または反射層が照射光70の透過を防ぐ場合、分離層界面21には粗さが生じる一方で、中間層30ならびに被転写層40には何ら変化は起こらない。このとき、図5に示すように分離層20と中間層30の分離層界面21の接触面積は大きく減少し、この分離層界面21における密着力が大幅に低下し、この界面において被転写層の剥離が可能となる。また、分離層界面21の粗さが大きいほど、小さな力で容易に被転写層40の剥離を行うことができる。

【0061】図5では中間層30と分離層20の間の分離層界面21において剥離が生じる場合について記したが、図6に示すように基板10と分離層20の間の分離層界面22において上記と同様の形状変化が生じる場合もある。この場合には、被転写層40に付着した分離層20をエッチング等により除去する方法を用いることが可能である。この方法により、被転写層40および中間層30のみを転写体60に転写する工程が完了する。

【0062】また、分離層界面21と分離層界面22の密着力が同等である場合、剥離する界面は分離層界面21と分離層界面22のどちらにも限定されない。このような場合、分離層界面21と分離層界面22のうち、より密着力の小さい界面において剥離が生じる。例えば、図7に示すように、分離層が破壊することにより分離層界面21と分離層界面22の任意の界面で剥離を生じる。この場合、被転写層40に付着した分離層を、前記エッチング等により除去することにより、被転写層40のみを転写体60に転写する工程が完了する。

【0063】なお、図示の順序とは異なり、分離層20に照射光70を照射して分離層界面21または22の密着力を低減させた後、接着層50を介して転写体60を接着し、その後被転写層40の引き剥がしを行っても構わない。

【0064】剥離を行った後の基板10は、該基板10の表面に残存する分離層20の除去等の適切な処置を施した後、再利用に供することができる。この際、再利用に供された後の基板10の表面を保護する等の目的により、基板10の表面には、該基板10と組成の異なる層が予め形成されていても良い。

【0065】次に、本発明の具体的実施例について説明する。

【0066】（実施例1）直径100mm、厚さ1.1mmの石英基板（軟化点1630℃、歪点1070℃、エキシマレーザの透

過率ほぼ100%)を用い、この石英基板の片面に分離層として非晶質シリコン(a-Si)膜を減圧CVD法( $\text{Si}_2\text{H}_6$ ガス、基板温度425℃)により形成した。分離層の膜厚は、100nmとした。

【0067】次に、分離層上に、中間層として $\text{SiO}_2$ 膜をECR-CVD法( $\text{SiH}_4+\text{O}_2$ ガス、基板温度100℃)により形成した。中間層の膜厚は、200nmとした。

【0068】次に、中間層上に、被転写層として膜厚50nmの非晶質シリコン膜を減圧CVD法( $\text{Si}_2\text{H}_6$ ガス、基板温度425℃)により形成し、この非晶質シリコン膜に前記石英基板の非晶質シリコン膜形成面側からXeClエキシマレーザ光(波長308nm)を照射して、非晶質シリコン膜を結晶化させ、ポリシリコン膜とした。その後、このポリシリコン膜に対し、所定のパターンニングを施し、薄膜トランジスタのソース・ドレイン・チャネルとなる領域を形成した。この後、ECR-CVD法( $\text{SiH}_4+\text{O}_2$ ガス、基板温度100℃)により膜厚120nmの $\text{SiO}_2$ ゲート絶縁膜を形成した後、高周波スパッタリング法によりゲート絶縁膜上に膜厚ゲート電極(Ta、膜厚750nm)を形成した。その後、ゲート電極に所定のパターンニングを施した後、このゲート電極をマスクとしてイオン注入することによって、自己整合的(セルフアライン)にソース・ドレイン領域を形成し、薄膜トランジスタを形成した。この後、必要に応じて、ソース・ドレイン領域に接続される電極および配線、ゲート電極に接続される配線を形成した。これらの電極や配線材にはAlを使用した。

【0069】次に、前記薄膜トランジスタの上に、紫外線硬化型樹脂を塗布し(膜厚約100nm)、紫外線を照射して樹脂を硬化させた。この処理は、後に分離層に剥離を生じさせたときに、薄膜トランジスタに内在する応力により薄膜トランジスタ自体が破壊されるのを防ぐ目的で行ったが、分離層の密着力が適切に制御される場合には必ずしも必要ではない。

【0070】次に、XeClエキシマレーザ(波長308nm)を前記石英基板側から照射し、分離層に界面剥離を生じさせた。照射したXeClエキシマレーザのエネルギー密度は、 $280\text{mJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ 、照射時間は20nsecとした。なお、エキシマレーザの照射は7mm×7mmのスポット照射とした。

【0071】分離層を介して薄膜トランジスタを形成した前記石英基板に対して、前記レーザ照射条件にてレーザ照射を行った。このとき、照射回数は0回、1回および10回とした。

【0072】この後、前記石英基板の紫外線硬化型樹脂を塗布した面に、同種の紫外線硬化型樹脂を重ねて塗布し、転写体となるガラス基板を接着した後に紫外線を照射して硬化させた。その後、図7に示すように、前記石英基板とガラス基板(転写体)とを分離層と前記中間層( $\text{SiO}_2$ )との界面において引き剥がし、石英基板上に形成された薄膜トランジスタおよび中間層をガラス基板側に転写した。

【0073】図9～図11に、剥離を行った後の分離層界面21を、原子間力顕微鏡(AFM)により観察した結果を示す。

【0074】図9に示すように、レーザ照射を行わなかった場合、分離層の表面は非常になだらかであり、界面の平均粗さは約0.3nmと小さい。この数値は、被転写層である中間層の表面の平均粗さと同等である。

【0075】図10に示すように、レーザ照射を1回行った場合、分離層の中表面には凹凸が生じ、界面の平均粗さは約0.7nmと増大する。

【0076】図11に示すように、レーザ照射を10回行った場合、前記レーザ照射を1回行った領域と同様に、分離層の表面に平均粗さ約0.7nmの凹凸が生じる。これに加えて、およそ3nm以上の高さを有する突起の密度が増大する。

【0077】一方、レーザ照射を10回行った後に前記石英基板と前記ガラス基板を引き剥がし、図8に示す中間層界面31をAFMにより観察した結果を、図12に示す。図において、レーザ照射を繰り返し行った後においても、中間層界面31は平坦な形状を呈しており、レーザ照射を繰り返し行っても、中間層30および被転写層40には何ら変化が生じないことを示している。

【0078】前記引き剥がしに際して、引き剥がしに要する力は、レーザ照射を10回行った領域で最も小さく、レーザ照射を1回行った領域、レーザ照射を行わなかった領域の順に、引き剥がしに大きな力を要した。換言すれば、剥離層界面21の粗さが大きいほど、剥離層界面21と中間層30の密着力が低減され、剥離を容易に行うことができる。

【0079】(実施例2) 基板として、耐熱ガラス基板を用い、XeClエキシマレーザのエネルギー密度を $1100\text{mJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ とした以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0080】(実施例3) 照射光70として、YAGレーザを用いた以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0081】(実施例4) 照射光70として、 $\text{CO}_2$ レーザを用いた以外は実施例1と同様にして、薄膜トランジスタの転写を行った。

【0082】以上述べたように、照射光70の照射を行うことにより、剥離層界面21に界面粗さを生ぜしめ、更に、前記照射を繰り返し行うことにより、剥離層界面21の粗さを増大せしめることができる。なお、照射光70としてXeClエキシマレーザを用い、且つ分離層20として非晶質シリコンを用いた場合には、照射回数を10回以上に設定しても、照射回数が10回の場合とほぼ同等の変化が現れる。換言すれば、照射回数は5回以上が好ましく、5回～10回がより好ましい。これに対し、中間層30の表面はレーザ照射の有無、または回数により変化することはない。このことは、照射されたレーザ光が分離

層によって完全にあるいはほとんど吸収されるために他ならない。前記同様、照射光70がXeClエキシマレーザーであって且つ分離層が非晶質シリコンである場合には、照射光を完全にまたはほとんど吸収して被転写層40に損傷を与えないためには、非晶質シリコンで形成される分離層の膜厚は25nm以上が好ましく、50～200nmがより好ましい。

【0083】上記のように、分離層20が照射光70を完全に吸収して被転写層40に損傷を与えず、且つ分離層20の界面に意図的に起伏を生ぜしめることにより、分離層と被転写層の間の接触面積を大幅に減少させ、界面の付着力を低下させることにより、容易かつ確実に被転写層の剥離が可能となる。

【0084】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の剥離方法によれば、被転写層の特性、条件に拘らず、容易かつ確実に剥離することができる。

【0085】特に、分離層界面の粗さを制御することにより、引き剥がしに要する力を大幅に低減することができ、大面積を有する被転写層への適用が容易となる。また、剥離不良を大幅に低減することができ、被転写層の歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の剥離方法の実施例の工程を示す断面図である。

【図2】発明の剥離方法の実施例の工程を示す断面図である。

【図3】本発明の剥離方法の実施例の工程を示す断面図である。

【図4】本発明の剥離方法の実施例の工程を示す断面図

10 【図9】本発明の剥離方法による剥離後の界面を示す原子間力顕微鏡 (AFM) 像である。

【図10】本発明の剥離方法による剥離後の界面を示す原子間力顕微鏡 (AFM) 像である。

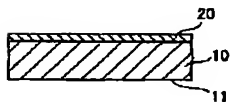
【図11】本発明の剥離方法による剥離後の界面を示す原子間力顕微鏡 (AFM) 像である。

【図12】本発明の剥離方法による剥離後の界面を示す原子間力顕微鏡 (AFM) 像である。

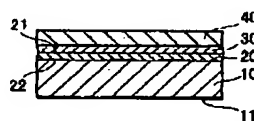
【符号の説明】

- |    |              |
|----|--------------|
| 10 | 基板           |
| 20 | 分離層          |
| 21 | 中間層と接する分離層界面 |
| 22 | 基板と接する分離層界面  |
| 30 | 中間層          |
| 31 | 中間層界面        |
| 40 | 被転写層         |
| 50 | 接着層          |
| 60 | 転写体          |
| 70 | 照射光          |

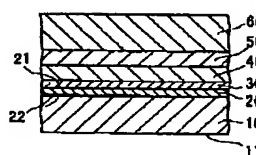
【図1】



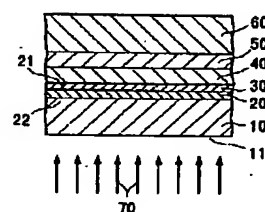
【図2】



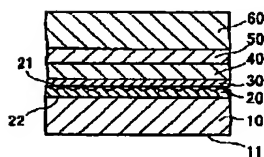
【図3】



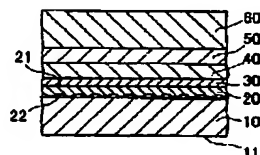
【図4】



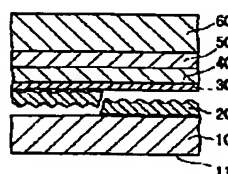
【図5】



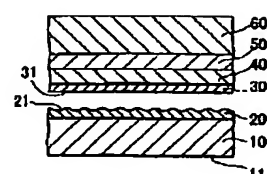
【図6】



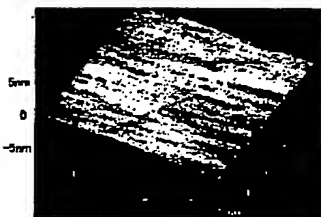
【図7】



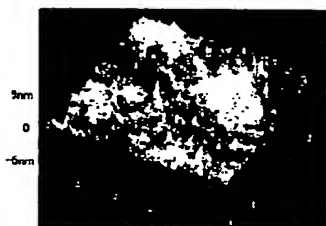
【図8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

